



SAVONIA

Tekniikka

Palopäällystön koulutus

OPINNÄYTETYÖ

**RAKENNUSPALON SAMMUTUSTAKTIIKAN ERITYISPIIRTEET
KORKEASSA RAKENNUKSESSA**

Petri Strandberg

11.5.2015 *Vere Siv*

SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO		
Koulutusohjelma		
Palopäälystön koulutusohjelma		
Tekijä		
Petri Strandberg		
Työn nimi		
Rakennuspalon sammutustaktiikan erityispiirteet korkeissa rakennuksissa		
Työn laji	Päiväys	Sivumäärä
Opinnäytetyö	25.5.2015	37+10
Työn valvoja	Yrityksen yhdyshenkilö	
Hankepäällikkö Vesa Siivonen	Palomestari Markku Holopainen	
Yritys		
Helsingin kaupungin pelastuslaitos		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia korkeiden rakennusten rakennuspalojen sammutustaktiikkaa. Korkealla rakennuksella tarkoitettiin tässä työssä yli 8-kerroksista rakennusta. Suomessa on korkeita rakennuksia vielä vähän, joten kokemuksia korkeiden rakennusten rakennuspalojen sammuttamisesta ei juurikaan ole. Helsinkiin on tätä kirjoittaessa suunnitteilla noin 50 uutta korkeaa rakennusta, joista osa on tosin vasta tekeillä olevissa asemakaavoissa. Rakennukset ovat 11 - 40-kerroksisia.</p> <p>Tätä opinnäytetyötä varten käytiin tutustumassa Lontoon, Malmön, Göteborgin sekä Tampereen korkeisiin rakennuksiin. Tässä työssä on esitetty niin näiden kyseisten kaupunkien näkemykset korkeiden rakennusten paloteknisiin ratkaisuihin kuin myös operatiiviseen sammutustaktiikkaan. Kirjallisuuslähteiden kautta on tutustuttu myös Yhdysvalloissa tehtyihin tutkimuksiin sekä joidenkin amerikkalaisten kaupunkien yhdenmukaisiin toimintamalleihin.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä esitettiin näkemys operatiivisesta sammutustaktiikasta korkeissa rakennuksissa. Tarkoituksena on luoda tämän työn pohjalta operatiivinen toimintamalli Helsingin kaupungin pelastuslaitokselle.</p>		
Avainsanat		
korkea rakennus, rakennuspalo, sammutustaktiikka		
Luottamuksellisuus		
julkinen		

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		
Degree Programme		
Fire Officer (Engineer)		
Author		
Petri Strandberg		
Title of Project		
Unique Features of Firefighting Tactics for High Rise Buildings		
Type of Project	Date	Pages
Final Project	25 May, 2015	37+10
Academic Supervisor	Company Supervisor	
Vesa Siivonen, Project Leader	Markku Holopainen, Fire Master	
Company		
Helsinki City Resue Department		
Abstract		
<p>The aim of this final project was to study high rise firefighting tactics. A high rise building is defined as a building with more than 8 storeys in this final project. As there are only a few high rise buildings in the whole of Finland, at the fire departments there is a lack of experience and tactics to extinguish them. In the Helsinki area there are about 50 plans to build high rise buildings in the near future and these buildings are designed to be 11 - 40 storeys high.</p> <p>In order to make this study, high rise buildings in London, Malmö, Gothenburg and Tampere were visited and the local operational tactics designed for high rise firefighting were studied. The structural decisions as well as the operational tactics used in these cities are presented in this final project. Also, some American studies and standard operating procedures in various cities in the USA were analyzed.</p> <p>As a result, some high rise firefighting tactics that should be used in Finland are recommended. Based on this final project, a standard operating procedure for the City of Helsinki Rescue Department is being created.</p>		
Keywords		
high rise building, firefighting, firefighting tactics		
Confidentiality		
public		

ALKUSANAT

Tämä työ on Savonia-ammattikorkeakoulun palopäälystön koulutusohjelman opinnäytetyö. Tämän työn tilaaja on ollut työnantajani Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Tämän opinnäytetyön suurimmat edunsaajat ovat korkeissa rakennuksissa asuvat, työskentelevät tai käymässä olevat henkilöt hädän ollessa suurimmillaan. Pelastusalan ammattilaisille tätä työtä voidaan käyttää pohjana taktisen toimintamallin suunnittelussa, jonka varaan voi suunnitella ja toteuttaa haastavan työtehtävän, hälytyksen, jonka ei ikinään soisi tapahtuvan.

Haluan kiittää työni ohjaajia hankepäällikkö Vesa Siivosta Pelastusopistolta sekä palomestareita Markku Holopaista sekä Markku Ahosta Helsingin kaupungin pelastuslaitokselta. Myös Helsingin pelastuslaitoksen KORAK (korkean rakentamisen) – työryhmä ansaitsee kiitoksen tukemisestani. Haluan välittää myös kiitokset omille kollegoilleni ja työvuorolleni Kallion pelastusasemalla sekä työnantajalleni Helsingin kaupungin pelastuslaitokselle.

Helsinki 25.5.2015



Petri Strandberg

LYHENTEET	6
MÄÄRITELMÄT	7
1 JOHDANTO	9
2 TUTKIMUS	11
2.1 Lontoo 23. – 26.6.2014	11
2.1.1 Rakenteelliset ratkaisut, Lontoo	11
2.1.2 Operatiivinen toimintamalli, Lontoo	13
2.2 Malmö 20.1.2015	15
2.2.1 Rakenteelliset ratkaisut, Malmö	16
2.2.2 Operatiivinen toimintamalli, Malmö	17
2.3 Göteborg 21.1.2015	19
2.3.1 Rakenteelliset ratkaisut, Göteborg	20
2.3.2 Operatiivinen toimintamalli, Göteborg	21
2.4 Tampere 16.1.2015	21
2.4.1 Rakenteelliset ratkaisut, Tampere	21
2.4.2 Operatiivinen toimintamalli	22
2.5 Yhdysvallat	23
2.5.1 FEMA, Federal Emergency Management Agency	23
2.5.2 NFPA, National Fire Protection Association	24
2.5.3 NIST, National Institute of Standards and Technology	25
3 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	29
3.1 London Fire Brigade	29
3.2 Malmö ja Göteborg	31
3.3 Yhdysvallat	33
4 POHDINTA	36
LÄHTEET	41
KUVALÄHTEET	46
TAULUKKOLÄHTEET	47

LYHENTEET

BBR	Boverkets byggregler Suomen rakentamismääräyskokoelma E1:stä vastaava säädöskokoelma Ruotsissa
FEMA	Federal Emergency Management Agency Liittovaltion hätätilanteiden hallinnan virasto Yhdysvalloissa
NFPA	National Fire Protection Association Kansallinen palonehkäisyjärjestö Yhdysvalloissa
SOP	Standard Operating Procedure Standardoitu toimintamalli, yhtenäinen toimintamalli Yhdysvalloissa

MÄÄRITELMÄT

Bridgehead

London Fire Brigaden käyttämä termi, jolla tarkoitetaan kokoontumiskerrosta kaksi kerrosta rakennuspalon alapuolella, jonne perustetaan miehistö- ja kalustoasema sammutushyökkäystä varten.

Fire Control Room

Paloteknisten laitteiden valvomo. Rakennuksessa sijaitseva palo- ja onnettomuustilanteita varten oleva johtamistila, josta voidaan operoida tärkeimpiä paloteknisiä laitteita.

Korkea rakennus

Tässä opinnäytetyössä rakennus, jossa on yli kahdeksan kerrosta. Virallista määritelmää ei ole.

Kuivanousu

Kuivanousujohdon muodostaa putkijohto, jonka alapäässä on liitin palokuntien pumpukalustoa varten ja yläpäässä sekä eri kerrostasanteilla käyttöventtiili ja liitin paloletkun liittämistä ja käyttämistä varten. Kuivanousujohtoa käytetään yleensä korkeissa ja muissa sellaisissa rakennuksissa, joissa pelastus- ja sammutustyön helpottamiseksi katsotaan tarpeelliseksi korvata portaaseen selvitettävä letkujohto kiinteästi asennetulla putkijohdolla. (Suomen Standardoimisliitto)

Maisonetti

Omalla sisäänkäynnillä varustettu kaksikerroksinen asunto, joka on yleensä osa isompaa rakennusta (Cambridge Dictionaries Online)

Märkänousu

Muuten sama kuin kuivanousujohto, paitsi että märkänousujohdossa on vettä koko ajan putkistossa.

Premises information plate

London Fire Brigaden lanseeraama informaatiotaulu korkean rakennuksen ulkoseinässä, sen tarkoituksena on antaa palomiehille nopeasti ja yksinkertaisesti perustiedot rakennuksesta.

Sillanpääasema

Katso Bridgehead.

Vuotava kaapeli

Kaapeli jonka rei'istä säteilee ympäristöön osa kaapelissa kulkevasta radiosignaalista (Radiotie Suomi).

1 JOHDANTO

Korkea rakentaminen on osa modernia globaalia kaupunkisuunnittelua, joka on tällä hetkellä paljon esillä. Maailmalla tuntuu olevan maiden välinen kilpailu siitä, kenellä on korkein rakennus. Tällä hetkellä maailman korkein rakennus on Burj Khalifa Yhdistyneiden Arabiemiirikuntien Dubaissa. Sillä on korkeutta 828 metriä, ja siinä on 163 kerrosta. Suunnitteilla on kuitenkin Saudi-Arabian Jeddahiin Kingdom Tower, jonka huippu olisi yli 1000 metrin korkeudessa. (100 Tallest Completed Buildings in the World.)

Korkea rakentaminen on kuitenkin suomalaisena ilmiönä lähes sata vuotta vanhaa, sillä jo 1920-luvulla käytiin ”pilvenpiirtäjäkeskustelua”. Silloin korkeaa rakentamista perusteltiin kansainvälisyydellä, suurkaupunkimaisuudella ja nykyaikaisuudella. Tällä hetkellä Helsingissä on kuitenkin vireillä noin 50 uutta korkeaa rakennusta ympäri kaupunkia, niistä osa on tosin vasta tekeillä olevissa asemakaavoissa. Suunnitteilla olevien rakennusten kerroskorkeudet vaihtelevat 11 ja 40 kerroksen välillä, siten että noin puolet olisi 11–20 kerroksisia ja 21–40 kerroksisia toinen puoli. (Korkea rakentaminen Helsingissä 2011, 4, 17).

Korkeasta rakentamisesta on muun muassa Pelastusopistolla tehty palopäällystön koulutusohjelman opinnäytetöitä sekä rakenteellisesta että operatiivisesta näkökulmasta. Niko Kauranen toteaaakin työssään (2013, 73), että ”*Sammutus- ja pelastustoiminnasta annettuja määräyksiä on Suomessa hyvin vähän. El:n määrittelemät palomieshissi ja sammutusveden syöttöputki kerroksiin ovat hyvä lähtökohta, mutta eivät missään nimessä vielä riittäviä järjestelyjä.*”

Tero Kähkönen (2010, 34 ja 45) on omassa työssään esittänyt mallin taktiikasta, jonka perustana on tulipalo, jonka sammuttaminen onnistuu yhden savusukellusryhmän yhdellä savusukelluksella. Taktisen mallin tehtävien jako yksiköille ei ole niin yksityiskohdainen kuin olisi voinut olettaa. Samoin yhtä pelastusryhmää kohden tuleva tehtävämäärä on mielestäni liian työläs [1. pelastusyksikkö: pelastaminen, sammuttaminen, savutuuletus sekä uloskäytävän ylipaineistus]. Evakuoinnista hän toteaa minun mielestäni ristiriitaisesti: ”*Muiden kuin asuinrakennusten tyhjentämisessä kannattaa pitäytyä pe-*

rinteisessä linjassa, jossa rakennus tyhjennetään palon sattuessa." sekä myöhemmin saman väliotsikon alla: "Tällä hetkellä käytössä oleva ratkaisu, jossa hälytys tapahtuu koko rakennuksessa, ei ole kaikissa tilanteissa perusteltu. Rakennuksen koon kasvaessa, rakennuksen käyttäjien yhtäikainen poistuminen aiheuttaa tarpeettoman ruuhkan uloskäytäviin."

Vaikka Suomessa on pitkään ollut korkeaa rakentamista, ei pelastusallalla ole mitään erityistä sammutustaktiikkaa näihin rakennuspaloihin rakennusten maltillisten kerroslukujen takia. Lähitulevaisuudessa rakennusten kerroslukumäärät nousevat niin korkeiksi, että pelastusalan on reagoitava ja luotava toimintapuitteet ja –mallit palomiehille näiden tilanteiden varalle.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ei-kokeellisen empiirisen tutkimuksen avulla, minkälaisia käytäntöjä, kokemuksia ja taktiikoita Lontoossa, Malmössä, Göteborgissa ja Tampereella on operatiivisesta toiminnasta korkeiden rakennusten rakennuspaloissa. Avainasioita ovat palomieshissien käyttö rakennuspalon yhteydessä, sammutusveden kuljetus palokohteeseen sekä ihmisten evakuointi rakennuksesta. Kirjallisia lähteitä käyttäen tutustun myös amerikkalaisten organisaatioiden taktisiin ohjeisiin aiheen tiimoilta. Tästä opinnäytetyöstä on tarkoitus luoda operatiivinen taktiikka korkeiden rakennusten rakennuspaloihin Helsingin kaupungin pelastuslaitokselle.

2 TUTKIMUS

Koska Suomessa korkea rakentaminen ja siihen liittyvät tulipalot ovat (onneksi) harvinaisia, meillä ei ole tarvittavaa tieto-taitoa luoda sammutustaktiikkaa tällaisiin rakennuksiin. Tällaisten korkeiden rakennusten vähyden ja kokemusten puuttumisen takia käytäntöjä niiden rakentamisesta, käytöstä ja tapahtuneiden onnettomuuksien sammutus- ja pelastustoiminnasta täytyy kerätä muualta.

Tätä opinnäytetyötäni varten olen käynyt opintomatkoiilla Lontoossa, Malmössä, Göteborgissa sekä Tampereella. Otsikoiden yhteydessä olevat päivämäärät kertovat opintomatkani ajankohdan. Tutkimustapani on ei-kokeellinen empiirinen tutkimustapa sekä parhaiden menetelmien benchmark-tekniikka.

2.1 Lontoo 23. – 26.6.2014

Korkea rakentaminen on Lontoossa yllättävän nuorta, vaikka kaupunki itsessään on perustettu noin vuonna 43 (Lontoo historia). Vasta 1990-luvun taitteessa Canary Wharf-alueita rakennettaessa Lontoon siluettiin on alkanut nousta korkeita rakennuksia.

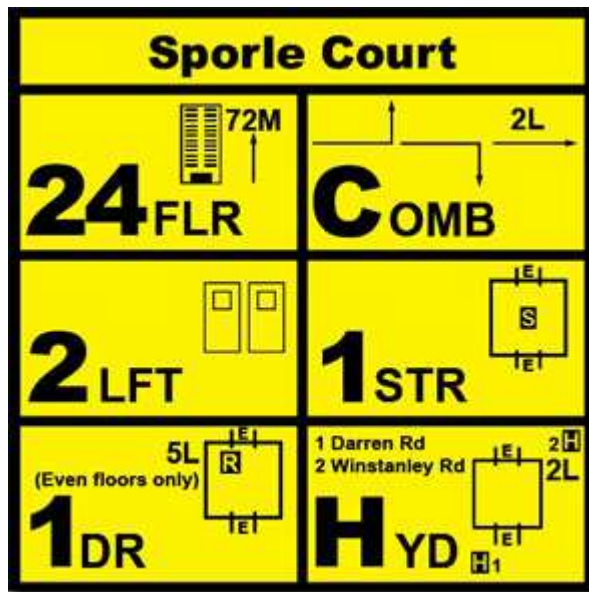
Lontoossa asuu noin 8 miljoonaa asukasta, joita palvelee 103 paloasemaa (London Facts & Figures; Emergency response). Rakennuspaloissa pelastustoiminnan johtajalla on reservissä Suomen pelastusalan mittakaavaan verrattuna erittäin suuri määrä ajoneuvoja ja henkilöstöä.

2.1.1 Rakenteelliset ratkaisut, Lontoo

Lontoon ollessa vanha kaupunki on sen rakennuskantakin iältään hyvin vaihtelevaa. Nykyiset rakennusmääräykset Lontoossa noudattavat paljolti Suomen Rakennusmääräyskokoelma E1 (jäljempänä RakMK E1) linjauksia. Esimerkiksi rakennusten kuivauksista RakMK E1 kohta 11.5.2. kertoo seuraavaa: ”*Kaikkiin yli 8-kerroksisiin rakennuksiin tulee kuhunkin porrashuoneeseen asentaa kuivanasujohto sammutustyötä varten.*” London Fire Brigade:n (jäljempänä LFB) ohjeistus kertoo kuivanasujen ole-

van pakollisia yli 18 metriä korkeisiin rakennuksiin ja märkänousu yli 60 metrisiin rakennuksiin (High rise firefighting 2011, 6).

Rakenteellisia ratkaisuna Lontoossa on niin sanotut Premises information plate -taulut korkeiden rakennusten ulkoseinässä (Kuva 1). Ne kertovat nopeasti kyseisen rakennuksen sammutus- ja pelastustoimintaan liittyvät perustiedot palomiehille.



Kuva 1. Korkean rakennuksen informaatiotaulu palomiehille (london-fire.gov.uk)

Kuvan selitys vasemmalta oikealle:

- Tässä Sporle Court nimisessä rakennuksessa on 24 kerrosta (korkeus 72 m)
- Asuntojen sijainnit suhteessa portaikkoon [Combined]
- Rakennuksessa on kaksi hissiä
- Rakennuksessa on yksi portaikko
- Rakennuksessa on yksi kuivanousu [parillisissa kerroksissa]
- Lähimmät palopostit ovat Darren road ja Winstanley Road

Vanhimmat käytössä olevat korkeat rakennukset Lontoossa ovat 1950–1960-luvun taitteessa rakennettuja. Niiden rakenteellinen paloturvallisuus on heikentynyt rakenteellisten ratkaisujen vanhenemisen lisäksi omistajien haluttomuudesta investoida rakennusteknisiin ylläpitokuluihin.

Tästä traagisin esimerkki on 3.7.2009 sattunut Lakanal House –rakennuksen tulipalo, jossa kuoli kuusi henkilöä. Rakennus oli rakennettu vuonna 1958. Palo sai alkunsa television oikosulusta, jonka jälkeen avonaisten ikkunoiden, voimakkaan tuulen sekä väärin sisustusmateriaalien takia palo levisi voimakkaasti ja nopeasti sekä ylös- että alas-päin. Rakennukseen ei ollut tehty kertaakaan sen olemassaolon aikana palotarkastusta (Lakanal House: The verdict.)

2.1.2 Operatiivinen toimintamalli, Lontoo

Lontoossa on kymmeniä ellei satoja tämän opinnäytetyön määritelmän mukaan korkeita rakennuksia, sillä Lontoon 53:nneksi korkein rakennus on 100 metriä korkea, 27-kerroksinen Stock Exchange Tower (List of tallest buildings and structures in London).

Kaikki uudet ja korkeimmat rakennukset, kuten esimerkiksi the Shard, 95-kerroksinen ja 310 metriä korkea, ovat monikäyttörakennuksia (The Shard). Niissä on toimistoja, ravintoloita ja jopa hotelli keskellä rakennusta. Rakennuksen käyttötavan mukaan luokiteltuina niissä on majoitus- sekä kokoontumis- ja liiketiloja. Ainoa käyttötaluokka, joka näissä huippuhienoissa rakennuksissa en tavannut, oli asunnot. Kun nämä rakennukset on rakennettu liikemaailman etua ajatellen ja sen rahoittamina, on myös turvallisuusseikkoihin kiinnitetty erityistä huomiota. Kaikissa opintomatallani käymissä korkeissa rakennuksissa oli oma turvallisuusorganisaatio. Aulaa pidemmälle ei päässyt kulkematta metallinpaljastimen läpi.

Palomestari Ian Thompsonin mukaan tulipalo- ja onnettomuustilanteissa LFB:n yksiköt tukeutuvat tiukasti rakennuksen omaan turvallisuusorganisaatioon. LFB:n ohjeistuksen mukaan ”Paloaseman henkilöstön pitäisi tuntea kaikki oman alueensa korkeat rakennukset” (High Rise Firefighting, 7) [kirjoittajan kääntämä]. Joissakin rakennuksissa on maanpinnan alapuolella Fire Control Room, johtokeskus, josta pelastustoiminnan johtaja pystyy johtamaan tilannetta rakennuksen oman henkilökunnan avustamana. Rakennuksen oma turvallisuusorganisaatio saattoi aloittaa jopa kerrosten evakuoinnin ennalta tehdyn suunnitelman mukaan.

LFB:n operatiivinen toimintamalli perustuu paljolti ennalta määriteltyihin toimintamalleihin, policy/procedure-ohjeisiin, jotka kertovat, miten tietty operaatiomalli hoidetaan. Heidän nettisivuillaan on julkisia ohjeita 50 kappaletta, ja yhteensä ohjeita on 557 kappaletta (Policies available to the public; LFB policy list).

Korkeiden rakennuksien tulipaloihin Lontoossa on 22-sivuinen ohje: High rise firefighting, policy number 633. Taktiikan pääkohdat ovat yksinkertaistettuna seuraavat:

- Pelastustoiminnan johtajan johtopaikka on sisääntulokerros.
- Kuivanousut paineistetaan kahdella pääjohdolla [Lontoossa pääjohto on 70 mm].
- Jos kiinteistössä on sprinkler-järjestelmä, lähetetään sulkuventtiilille yksi palomies.
- Jos tulipalon sijainnin takia palomieshissistä on hyötyä, se otetaan käyttöön siten, että yksi palomies pysyy koko ajan hississä ja kontrolloi sitä.
- Palomieshissiä käyttävien savusukellusparien on poistuttava hissistä viimeistään kaksi kerrosta oletetun palokerroksen alapuolella.
- Silloin kun palomieshissiä ei käytetä, se odottaa sillanpääasema-kerroksessa mahdollisten pelastettujen henkilöiden kuljettamista varten.
- Sillanpääasema perustetaan kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle, ellei jostain syystä ole sopivampaa paikkaa.
- Sillanpääaseman minimivahvuus on neljä henkilöä: tilannepaikan johtaja, kaksi savusukeltajaa sekä savusukellusvalvoja.
- Savusukeltajat ottavat veden viimeistään yhtä kerrosta tulipalokerroksen alapuolelta kuiva- tai märkänoususta.
- Suojapari muodostetaan niin nopeasti kuin mahdollista, ja heillä on yhden letkunmitan verran pidempi työjohto kuin sammutusparilla.
- Jos tulipalo osoittaa merkkejä tai olosuhteet mahdollistavat lieskahduksen tai yleissyttymisen, on suojaparin oltava sammutusparin luona ennen savusukeltamista tällaiseen tilaan.
- Jos on mahdollista, evakuointi ja palokunnan hyökkäystiet ovat eri portaikoissa.
- Rakennuksen ilmanvaihdon ollessa päällä tulipalon sattuessa se pidetään päällä, kunnes pelastustoiminnanjohtaja on varma, ettei sen poiskytkeminen eskaloi onnettomuutta.

- Kommunikaatio-ongelmien ilmetessä käytetään vuotavaa kaapelia tai (rakennuksen) sisäisiä puhelimia.

Evakuointi suoritetaan normaalisti, ellei pelastustoiminnan johtaja toisin päättää, etukäteen sovitun toimintaohjeen mukaan. Evakuointijärjestys on seuraava (Phased evacuation of office buildings 2014, 5):

1. palokerros ja sen yläpuolinen kerros
2. seuraavat kaksi kerrosta ylöspäin
3. jäljellä olevat kerrokset, kahden kerroksen ryhmissä rakennuksen ylimpään kerrokseen asti
4. palokerroksen alapuolisesta kerroksesta, kahden kerroksen ryhminä rakennuksen sisääntulokerrokseen asti
5. kaikki maanalaiset kerrokset, (Jos palo on maanalaisessa kerroksessa, evakuoidaan kaikki maanalaiset kerrokset sekä sisääntulokerros ensimmäisenä).

Liikuntarajoitteisten evakuoiminen tulee aloittaa rakennuksessa välittömästi palohälytyksen lauetta. Rakennuksen henkilökunta saa käyttää palomieshissejä liikuntarajoitteisten evakuoimiseen siihen asti, kunnes LFB on saapunut kohteeseen. (Phased evacuation of office buildings 2014, 6.)

2.2 Malmö 20.1.2015

Malmö on Lounais-Ruotsissa, 28 kilometrin päässä Kööpenhaminasta (distans Köpenhamn - Malmö). Malmön asukasluku on 317930 henkilöä (Malmö stad). Malmössä on kolme paloasemaa sekä 370 palomiestä (Räddningstjänsten Syd a; Räddningstjänsten Syd b).

Malmössä on noin puolet Helsingin väkimäärästä, ja Malmössä on ainoastaan yksi korkea rakennus, joka sopii verrokiksi tähän lopputyöhöni. Rakennuksen nimi on Turning Torso ja se on 55-kerroksinen, 190 metriä korkea rakennus, jossa on toimistotiloja sekä

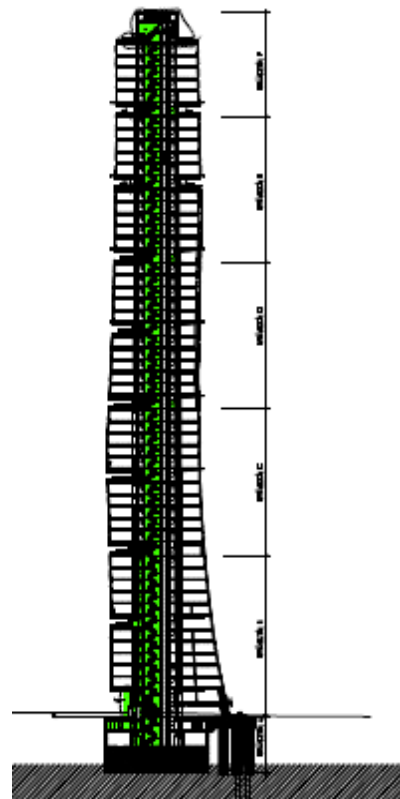
147 asuntoa (Kuva 2). Rakennus on valmistunut vuonna 2005. (Turning Torso : Malmö Skyscraper.)

Palomestari Håkan Månsson kertoi Turning Torson olevan selkeä yksittäinen erityiskohde Malmön pelastuslaitokselle, jolloin on järkevää tehdä erillinen suunnitelma kyseisen kohteen varalle. Kyseinen suunnitelma on ajateltu ajoneuvojen paikkoja myöten sekä yksittäisen palomiehen työtehtäviin asti tulipalon sattuessa. Jos Malmössä olisi useita korkeita rakennuksia, en usko, että heillä olisi näin yksityiskohtaisia toimintasuunnitelmia jokaiselle rakennukselle.

2.2.1 Rakenteelliset ratkaisut, Malmö



Kuva 2. Turning Torso (malmo.se)



Kuva 3. Turning Torson osastointi viiteen maanpäälliseen ja yhteen maanalaiseen osastoon (Turning Torso HMN 2015)

Turning Torso on hybridirakennus; alhaalla toimistoja ja yläpuolella asuntoja. Rakennuksessa on automaattinen paloilmoitinlaite, ja se on kauttaaltaan suojattu sprinklerijärjestelmällä. Rakennuksessa on kolme normaalia henkilöhissiä sekä yksi palomieshissi. Palomieshissin edusta on väliovella suojattu eristystila, aivan kuten meidän RakMK E1

11.2.4 edellyttäisi. Toisaalta rakennuksessa on vain yksi portaikko, joka kiertää hissi-kuilua. Portaikossa on myös ulosotot märkänoususta, joka kulkevat koko rakennuksen pituudelta.

Rakennus on jaettu kuuteen osastoon, kooltaan kuusi tai 12 kerrosta, joiden välissä on asumaton, tekninen kerros (Kuva 3). Tätä asumatonta kerrosta on suunniteltu käytettäväksi palokunnan miehistön ja kaluston kokoamisalueena tulipalotilanteessa. Samoin sitä on suunniteltu käytettäväksi evakuoitujen tahi loukkaantuneiden potilaiden kokoamispaikaksi.

Turning Torson sisääntulokerroksen aulassa on päiväaikaan kaksi ja yöaikaan yksi henkilö töissä, jotka/joka onnettomuustilanteessa tuntevat rakennuksen. Automaattisen palo-ilmoittimen ilmaisimen havaitessa palon käynnistyy kyseisessä kuuden tai 12-kerroksen osastossa nauhoitettu poistumiskuulutus. Muissa kuuden tai 12 kerroksen osastoissa käynnistyy informaationauhoite: ”Talossa on palohälytys ja asiaa tutkitaan”. Samalla kun automaattinen palo-ilmoitin havaitsee palon, kaikki hissit ohjautuvat automaattisesti ala-aulaan ja samalla käynnistyy palomieshissikuilun ylipaineistus.

Evakuointi on suunniteltu siten, että se kuuden tai 12 kerroksen osasto, jossa hälyttävä ilmaisin on, evakuoituu ylä- tai alapuoliseen palo-osastoon. Viestiliikenne on varmistettu siten, että rakennuksessa on toistimia, jotka mahdollistavat palolaitoksen radiokaluston kuulumisen sisätiloissa.

Rakennuksessa ei ole avattavia ikkunoita, ainoastaan tuuletusluukut, jotka aukeavat 10 cm. Ilmanvaihto hoidetaan kahdella järjestelmällä, tulojärjestelmä tuo raitista ilmaa ja poistojärjestelmä imee käytetyn ilman. Poistojärjestelmää käytetään myös tulipalon jälkeisessä savutuuletuksessa alipainetuuletuksen tavoin imemään savukaasut ulos rakennuksesta. Asuntojen ulko-ovien paloluokitus on EI 60. (Turning Torso HMN 2015.)

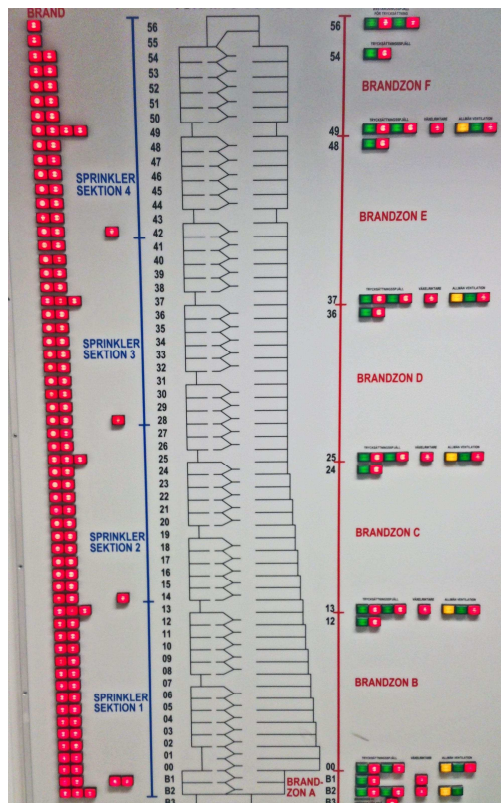
2.2.2 Operatiivinen toimintamalli, Malmö

Operatiivinen toimintamalli Turning Torson suhteen on hyvin yksityiskohtainen. Käyn tässä läpi ohjeen pääpiirteittäin. (Turning Torso generella insatsrutiner):

Kohteeseen hälytetään kaksi sammutusyksikköä, kaksi tikasyksikköä, palomestari [In-satschef] ja päivystävä paloinsinööri [Vakthavande Brandingengör].

Ensimmäisen paloaseman resurssit

- Suoja-alueen säde on 50 m, jonka sisällä on kypäräpakko.
- Ajoneuvot pysäköidään niille suunnitelluille paikoille.
- Rakennuksen henkilökunta odottaa sisääntulokerroksen aulassa.
- Paloilmoitinkeskuksen informaatiotaulusta selvitetään palon kerros/sijainti (Kuva 4).



Kuva 4. Turning Torso-rakennuksen paloilmaintaulu (Strandberg 2015)

- Kiinteistön avaimet saadaan avainkaapista.
- Palokeskuksesta aktivoidaan palolaitoksen radiolaitteiden toistin.
- Tikasyksikön palomies miehittää palokeskuksen.
- Tikasyksikön toinen palomies miehittää palomieshissin ja huolehtii siitä, että kun miehistöä tai kalustoa on kuljetettu ylös kerrokseen, hän ajaa hissin takaisin aulakerrokseen. [Ruotsissa tikasyksiköt miehitetään useimmiten kahdella henkilöllä].

- Paloiesimies ja savusukellusryhmä siirtyvät hissillä yhden kerroksen palokerroksen alapuolelle. Paloiesimies jää sille kerrostasolle. Savusukellusryhmä jatkaa portaikon kautta matkaa palokerrokseen.
- Ambulanssin saavuttua kohteeseen henkilökunta tulee varusteiden kanssa aulaan. Tarvittaessa heidät kuljetetaan hissillä palokerrokseen.

Toisen paloaseman resurssit

- Esimies miehittää paloilmoitinkeskuksen.
- Jos ensimmäisen paloaseman ryhmä tarvitsee henkilöstöä tai kalustoa, toisen paloaseman henkilöstö kuljettaa ne hissillä ylös.
- Toisen paloaseman henkilöstön pitää välittömästi pystyä muodostamaan suojaryhmä ensimmäisen paloaseman savusukellusryhmälle.
- Jos toisen paloaseman henkilöstön pitää lähteä kerrokseen [savusukeltamaan], yksi lisäsammutusyksikkö pitää hälyttää kohteeseen.

(Turning Torso HMN 2015.)

2.3 Göteborg 21.1.2015

Göteborgissa on 533 260 asukasta ja 11 paloasemaa, joissa työskentelee 702 palomiestä. Näiden tietojen valossa Göteborgin ja Helsingin pelastustoimet ovat lähes samankokoisia. (Nytt befolkningsrecord i Göteborg 2014; Brandman RiB 2015; Årsredovisning 2014, 10.)



Kuva 5. Polstjärnan (arkitekt.se)

Göteborgiin on suunnitteilla Pohjoismaiden korkein rakennus Polstjärnan, joka on 230 metriä korkea (Kuva 5). Rakennus valmistunee vuonna 2019. (Vinnaren presenterad – det blir Nordens högsta hus 2014.)

2.3.1 Rakenteelliset ratkaisut, Göteborg

Suunnittelu- ja rakennuspuolen prosessinomistaja Martin Lindstenin mukaan Göteborgissa ei ollut mitään erityisiä paikallisia ohjeita rakenteellisiin ratkaisuihin, vaan keskustelimme Ruotsin RakMK E1:stä vastaavasta määräyskokoelmasta. Boverkets byggregler [jäljempänä BBR] määrittelee Ruotsissa rakennusten paloluokituksen. Kun Suomen RakMK E1 jakaa rakennukset kolmeen paloluokkaan (RakMK E1, 10), Ruotsin uusin versio BBR:stä luokittelee rakennukset neljään paloluokkaan. Uusi paloluokka on Br0, johon kuuluvat yli 16-kerroksiset rakennukset, sairaalat ja vankilat. Uusi paloluokka Br0 on tullut pakolliseksi tammikuussa 2013. Huomionarvoista on, että Br0-paloluokassa ainoastaan laskennallinen mitoitus on sopiva. (Boverkets byggregler 2011; Ny byggnadsklass införd 2013.)

Göteborgin pelastuslaitos on julkaissut nettisivuillaan 4.2.2015 ”Brandskydd i höga byggnader” -informaatio-julkaisun, jonka tehtävänä on selventää lakipykälien tekstiä käytännön muotoon. Ruotsissa BBR uudistui vuonna 2012 ja siinä on kolme asiaa, jotka suoranaisesti koskevat korkeita rakennuksia:

1. palomieshissi pakolliseksi rakennuksiin, joissa on yli 10 kerrosta
2. märkänousu pakolliseksi rakennuksiin, jotka ovat yli 40-metrisiä
3. paloluokka Br0:n vaatimus laskennallisesta paloturvallisuussuunnitelmasta, jos rakennus on yli 16-kerroksinen.

Informaatiojulkaisussa on myös paikallisia suosituksia, joita Göteborgin pelastuslaitos toivoo rakentajien noudattavan. Esimerkiksi palomieshissi otetaan käyttöön, ei perinteisellä kolmioavaimella [joita myös Suomen hisseissä on], vaan Göteborgin pelastuslaitoksen ALIV-systeemin [ALIV=Auktoriserade Låsmästare i Väst], [auktorisoitu lukkoseppä Länsi-Ruotsissa, kirjoittajan kääntämä] pääavaimella. Kyseistä avainta käytetään täysin koko Länsi-Götanmaan maakunnan alueella. (Brandskydd i höga byggnader.)

Laskennallinen mitoitus on selkeästi ongelma, etenkin Göteborgissa. Kun BBR:n uusi versio antoi mahdollisuuden laskennalliseen mitoitukseen, ovat palotarkastajat vaikean paikan edessä, sillä heillä ei ole juurikaan mahdollisuuksia todistaa laskennallista mitoitusta riittämättömäksi, kertoi Martin Lindsten opintokäynnilläni Göteborgissa. Juuri julkaistussa informaatio-oppaassa Göteborgin pelastuslaitos painottaa, että palomieshissi on ainoastaan pelastuslaitoksen sammutushyökkäyksen tukemiseksi rakennettu, ellei rakennuksessa ole useita palomieshissejä, jotka on suunniteltu laskennallisen mitoituksen mukaan ihmisten poistumiseen (Brandskydd i höga byggnader).

2.3.2 Operatiivinen toimintamalli, Göteborg

Operatiivinen toimintamalli Göteborgissa ei ole ottanut huomioon korkeaa rakentamista vielä, kertoo palomestari Johan Helsing. Kun Polstjärnan [Pohjantähti] valmistuu vuonna 2019, Göteborgilla on taktiikka korkean rakentamisen rakennuspaloihin. Göteborgissa on Three Towers-niminen hotelli, joiden tornien korkeudet ovat 77, 82 ja 100 metriä (Gothia towers bygger tredje tornet!), mutta palomestari Johan Helsingin mukaan kyseisiin rakennuksiin ei tarvita mitään erityistä sammutustaktiikkaa, koska rakennukset ovat varustettu automaattisella paloilmoinjärjestelmällä sekä sprinklerijärjestelmällä.

2.4 Tampere 16.1.2015

Tampereelle avattiin syksyllä 2014 88-metrinen Solo Sokos Hotelli Torni Tampere. Siinä on 25-kerrosta ja 305 hotellihuonetta. Hotelli sijaitsee Tampereen ratapihan välittömässä läheisyydessä. (Suomen korkein hotelli on Tampereen maamerkki.)

2.4.1 Rakenteelliset ratkaisut, Tampere

Hotellin pystyrakenteet ovat paloluokkaa R120, ja siinä on kaksi erillistä portaikkoa. Rakennuksen palo-osastointi on käyttötapaosastoitu ja majoitustilojen osalta kerrososastoitu. Rakennus on suojattu automaattisella sprinklerijärjestelmällä, jossa on kerroskoh-

taiset sulkuventtiilit. Pirkanmaan pelastuslaitosta varten on rakennettu märkänousu. Merkki- ja turvavalojärjestelmä on varmistettu akkujärjestelmällä. Hotellissa on automaattinen hätäkuulutusjärjestelmä, joka aktivoituu automaattisen paloilmoitinjärjestelmän hälyttäessä. Kuulutus kuuluu sisääntulokerroksen lisäksi hälyttäneessä kerroksessa, yksi kerros hälyttäneen kerroksen alapuolella sekä kaksi kerrosta hälyttäneen kerroksen yläpuolella. Hotellissa on neljä hissiä, joista yksi täyttää palomieshissistandardin EN81 - 72. Palomieshissin aulatila on osastoitu toisesta kerroksesta ylimpään kerrokseen EI60-luokan rakentein. Savunpoisto on sekä painovoimainen että koneellinen. Savunpoistossa on kerroskohtaiset savunpoistoluukut, jotka ovat käytettävissä ainoastaan kyseiseltä kerrostasolta. Rakennuksessa on pikapaloposteja sekä käsisammuttimia hotellihuoneiden kerrostasoilla yksi kappale jokaista 200 m² kohti. (Paloturvallisuusseminaari 5.2.2015.) Solo Sokos Hotelli Torni Tampereessa on 13. kerros, toisin kuin Tampereella sijaitsevassa hotelli Ilveksessä (Rämö 2013).

2.4.2 Operatiivinen toimintamalli

Palomestari Pasi Saari Pirkanmaan aluepelastuslaitokselta kertoi operatiivisesta toimintamallista, että hotellin henkilökunta lähtee tiedustelemaan palohälytyksen syytä samalla, kun pelastuslaitos on matkalla kohteeseen. Hotellin vastaanottoaulasta henkilökunnalla on kameravalvonta kaikkiin kerroksiin sekä hissien valvontanäyttö. Hotellin henkilökunnan edustajalla on mukanaan huomioliivit, Paramat-hätäpoistumismaski, toimintaohjeistukset, radiopuhelin sekä matkapuhelin. Hissien käytöstä palomestari Pasi Saari kertoi, että palomieshissiä käytetään siirtymiseen kohdekerroksen alapuoliseen kerrokseen. Palokunnan hyökkäysreitti portaikkoa käyttäen on sama kuin hotellivieraiden evakuoimisreitti. Viestivälineistönä käytetään Virve-verkkoa johtamiseen ja VHF-radiopuhelimia (niin sanottu savuradio) savusukellukseen. Molemmilla järjestelmillä on rakennuksen sisällä katvealueita, joissa signaali ei kulje. Pirkanmaan aluepelastuslaitoksella on työn alla operatiivisen toimintaohjeen laatiminen, mutta tätä kirjoittaessa [maaliskuu 2015] se ei ollut vielä valmis.

2.5 Yhdysvallat

USA:ssa on useita eri organisaatioita, jotka antavat suosituksiaan ja ehdotuksiaan. Osa näistä organisaatioista ei ole suoraan palo- ja pelastusviranomaisia, vaan liittyvät laajempaan kotimaan turvallisuusorganisaatioon. Esimerkiksi FEMA kuuluu U.S. Department of Homeland Security [Kotimaan turvallisuusvirasto, kirjoittajan kääntämä]. Yhdysvallat on perustuslaillinen liittotasavalta, jossa on 50 osavaltiota. Liittovaltion laki ylittää osavaltion lain. Osavaltiot jakaantuvat piirikuntiin, joita on koko valtiossa 3141. Palo- ja pelastuslaitokset kuuluvat piirikuntien alaisuuteen. (Yhdysvallat hallinto.) Lähes jokaisella palolaitoksella on vielä korkeisiin rakennuksiin oma SOP [Standard Operating Procedure, yhtenäinen toimintamalli], joten variaatiota ja tapoja on useita.

2.5.1 FEMA, Federal Emergency Management Agency

FEMA on Federal Emergency Management Agency, eli vapaasti käännettynä liittovaltion hätätilanteiden hallinnan virasto. ”*FEMA:n tehtävänä on tukea kansalaisia sekä viranomaisia, jotta kansakuntana USA työskentelee yhdessä rakentaakseen, ylläpitääkseen sekä parantaakseen kykyä valmistautua, suojautua, reagoida, toipua ja vähentää kaikkia vaaroja*” [kirjoittajan kääntämä] (FEMA Policies).

FEMA:n sivuilla on julkaistu James D. Edwardsin kirjoittama raportti Oaklandin palolaitokselle. Se koskee korkeiden rakennusten operatiivisten toimintojen tehokkuutta. Raportti oli tehty tutkimalla kirjallisuuslähteitä sekä kyselytutkimuksena suuremmilta palolaitoksilta USA:ssa. Referoin lyhyesti Edwardsin raportista muutamia kohtia:

Hissien käytöstä Norman suosittelee: ”Savun levitessä useaan kerrokseen, poistu kaksi kerrosta ennen alinta raportoitua savun valtaamaa kerrosta hissistä.”

Bush & Routleyn mukaan hissit tulee ajaa aulakerrokseen käyttäen palomiesavainta, joka ohittaa kaikki hissien kutsupyynnöt kerroksista ja näin ollen antaa palomiehelle hissien kontrollin... Savu hissikuilussa takaa siirty-

misen kohdekerrokseen kävellessä käyttäen portaikkoo... Palolaitoksen tulisi käyttää portaita, jos palo on alle seitsemännessä kerroksessa.

Kannettavien radioiden kuuluvuusongelmat eivät ole epänormaali ilmiö, kun työskennellään korkeissa rakennuksissa. Rakenteet estävät radioaaltoa ja vaikeuttavat rakennuksen sisällä olevien kommunikaatiota rakennuksen ulkopuolella olevien kanssa. Korkeiden rakennusten rakennuspalojen operatiivisen toimintasuunnitelmaan tulisi kehittää viestiliikenteen häiriösuunnitelma.

McGrail & Tracy:n mukaan korkeiden rakennusten rakennuspaloissa, joissa käytetään kuiva- tai märkänousuja, työjohtoselvitykset tulisi tehdä yksi kerros palokerroksen alapuolella.

Tämän tutkimuksen mukaan koskien rakennuksen komponentteja voidaan todeta, että on olemassa useita systeemejä, joilla on erittäin suuri vaikutus korkeiden rakennusten rakennuspaloihin. Niiden ominaispiirteiden tunnistaminen on kriittisen tärkeää, jotta operaatio olisi onnistunut. ”Palomiesten onnistuminen taistelussa liekkejä vastaan korkeassa rakennuksessa riippuu rakennuksen paloteknisistä laitteistoista, joita apuna käyttäen päästään onnistuneeseen lopputulokseen”.(Edwards 2003, 18–28.)

2.5.2 NFPA, National Fire Protection Association

NFPA on National Fire Protection Association eli vapaasti käännettynä kansallinen palonehkäisyjärjestö. Se on kansainvälinen järjestö, jonka tehtävän on vähentää tulipalojen vaikutusta elämänlaatuun tarjoamalla standardeja, tutkimusta, harjoittelua ja koulutusta. Tätä opinnäytetyötä varten löysin NFPA:n sivuilta *Guidelines to Developing Emergency Action Plans for All-Hazard Emergencies in High-Rise Office Buildings* (2013), joka määrittelee termejä ja niiden merkityksiä koskien poistumis- ja evakuoitusuunnitelmien kehittämistä korkeisiin toimistorakennuksiin. Ohjeena se on kirjoitettu erittäin yleiseen muotoon, joten mitään referoitavaa siinä ei ole.

2.5.3 NIST, National Institute of Standards and Technology

NIST on lyhenne sanoista National Institute of Standards and Technology eli vapaasti käännettynä kansallinen standardien ja teknologian instituutti. NIST työllistää 3000 tiedemiestä, insinööriä, tekniikkaa sekä muuta henkilökuntaa. NIST:n tehtävänä on tukea innovaatioita ja teollista kilpailukykyä kehittämällä tiedettä, standardeja ja teknologiaa paremman elämänlaadun vuoksi [kirjoittajan kääntämä]. (NIST, National Institute of Standards and Technology.)

NIST:n raportti *High-Rise fireground Field Experiments* (Averill, J., Moore-Merrel, L., Ranellone Jr, R., Weinschenk, C., Taylor, N., Goldstein, N., Santos, R., Wissoker, D., Notarianni, K. 2013) on tutkimus korkeiden rakennusten sammutustyöstä. Raportissa tutkittiin miehistömäärän lukumäärän vaikutusta sammutus- ja pelastustehtäviin kuluvaan aikaan. Tutkimuksen kohde oli 13-kerroksinen, 2800 m² kokoinen, 96 huonetta käsittävä kompleks. Tutkimuksessa tulipalo oli 10. kerroksessa, yksi potilas palokerroksessa ja toinen potilas 11. kerroksessa. Miehistön lukumäärä [crew size] kokeessa oli kolmesta kuuteen henkilöä, ja sammutushyökkäyksiä tehtiin sekä portaikkoa että hissiä käyttäen [ascent method]. Kenttäkokeita tehtiin yhteensä 48 kappaletta.

Raportissa todetaan sammutustyön olevan nopeampaa palomiesten käyttäessä hissiä siirtymiseen kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle. Tutkimus osoitti myös sen, että kolmihenkinen sammutusryhmä sammutti rakennuspalon [average fire out time] nopeammin hissiä siirtymiseen käyttämällä kuin nelihenkinen sammutusryhmä portaita käyttäen. Samoin nelihenkinen sammutusryhmä hissiä käyttäen oli nopeampi kuin viisi- tai kuusihenkinen sammutusryhmä portaikkoa käyttäen. (Taulukko 1.) (Averill, J. et al 2013, 86.)

Taulukko 1. Sammutusryhmän lukumäärän vaikutus sammutusaikaan (Averill, J. et al 2013, 86)

Crew Size	Ascent Method	Average Water on Fire Time (MM:SS)	Average Fire Out Time (MM:SS)
3	Stairs	18:48	28:04
4	Stairs	17:01	26:22
3	Elevator	15:45	26:48
5	Stairs	15:19	24:33
6	Stairs	14:52	21:17
4	Elevator	14:47	24:02
5	Elevator	14:21	23:20
6	Elevator	12:10	19:32

Table 10: Comparison of the impact of crew size and ascent method on average firefighter suppression time

Ihmisten evakuointi korkeasta rakennuksesta on hidasta ja hankalaa suuren lukumäärän takia. Korkeassa rakennuksessa voi olla jopa tuhansia ihmisiä yhtä aikaa paikalla. Jos evakuointi on vielä käynnissä palokunnan tullessa paikalle ja poistuvia ihmisiä on portaikossa, saattaa evakuointi hidastaa palokunnan sammutushyökkäystä. Avirillin (2013) tutkimuksessa simuloitiin evakuoimisnopeuksia rakennuksesta 100 sekä 200 ihmisellä kerrosta kohden [average occupant load per floor] sekä evakuoimistavan mukaan joko pelkästään portaita pitkin tai 25 % hissiä käyttäen ja loput portaista pitkin [evacuation configuration] (Taulukko 2).

Tutkimus toteaa evakuoimisajan ja palokunnan toiminta-ajan vaikuttavan toisiinsa. Palokunta oli 7 min 4 s hälytyksestä rakennuksen aulassa, jolloin 100 henkilön kuormalla yhtäaikaista liikehdintää portaikossa (evakuoitavat alaspäin ja palomiehet ylöspäin) on viidestä kahdeksaan minuuttia evakuoimistavan mukaan. 200 henkilön evakuoimiskuormituksella yhtäaikaista liikkumista portaikossa on 15 – 22 minuuttia. (Averill et al 2013, 95.)

Taulukko 2. Ihmismäärän ja evakuoimistavan vaikutus evakuoimisaikaan. (Averill et al 2013, 95)

Average Occupant Load per Floor	Evacuation Configuration	Evacuation Time (MM:SS)
100	Stairs Only	15:10
100	Stairs + 25 % Elevators	12:28
200	Stairs Only	29:28
200	Stairs + 25 % Elevators	22:19

Table 16: Total evacuation time as a function of occupant load and evacuation configuration

Raportin tulokset kertovat, että rakennuspalon sammuttamiseen kulunut aika hälytyksestä oli kolmihenkisellä sammutusryhmällä 27 min 26 s, nelihenkisellä sammutusryhmällä 25 min 12 s, viisihenkisellä sammutusryhmällä 23 min 57 s ja kuusihenkisellä sammutusryhmällä 20 min 24 s (Averill et al 2013, 73).

Kun rakennuspalo on sammutettu, ryhmät aloittivat potilaan etsimisen. Kun potilas oli löydetty, sammutusryhmä kantoi potilaan ulos palokerroksesta ja portaita pitkin kokoontumiskerrokseen, joka oli kaksi kerrosta palokerroksen alapuolella. Kolmihenkisellä sammutusryhmällä aikaa oli kulunut hälytyksestä 52 min 25 s, nelihenkisellä sammutusryhmällä 39 min 14 s, viisihenkisellä sammutusryhmällä 27 min 35 s ja kuusihenkisellä sammutusryhmällä 24 min 16 s.

Kokonaissuoritus aika on aika, joka kului, kun ryhmät olivat suorittaneet seuraavat toimenpiteet: hälytys, hälytysajo, perusselvitys, siirtyminen kerrokseen, rakennuspalon sammuttaminen, ensimmäisen potilaan etsintä ja evakuointi kokoontumiskerrokseen, siirtyminen yläpuolisiin tiloihin, toisen työjohdon selvittäminen yläpuolisiin tiloihin, toisen potilaan etsintä ja evakuointi yläpuolisista tiloista kokoontumiskerrokseen. Kokonaissuoritus aika vaihteli sammutusryhmän koon ja siirtymisvälineen mukaan (portaat vai hissi) 35 min – 1 h 6 min, kuten on nähtävissä taulukosta 3. (Averill et al 2013, 80.)

Taulukko 3. Kokonaisajat ryhmittäin ja siirtymistavoittain (Averill et al 2013, 80)

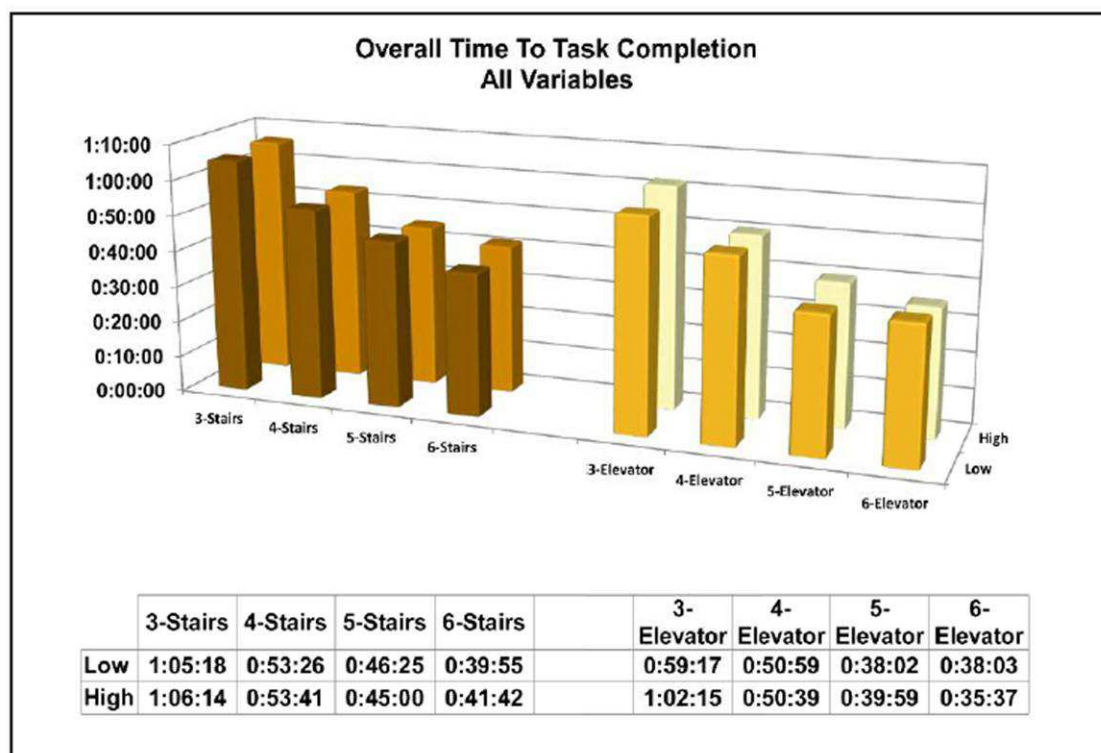


Figure 86: All Tasks Complete comparing all three study variables

3 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tekemisen ansioista olen päässyt tutustumaan muutamien muiden kaupunkien tapaan ratkaista rakennuspalojen operatiivinen taktiikka korkeissa rakennuksissa. Lisäksi olen kirjallisuuslähteiden kautta opiskellut amerikkalaisia määräyksiä ja ohjeita. Vaikka lait, asetukset ja säädökset vaihtelevat maitten ja kaupunkien mukaan, perusongelmat pysyvät samoina: tulipalo korkeassa rakennuksessa, paljon evakuoitavia ihmisiä, veden saanti palokerrokseen ja sammutustyön turvallinen suorittaminen.

3.1 London Fire Brigade

Lontoossa sammutus- ja pelastustyön perustaktiikat ohjeistetaan toimintaohjeilla, jotka tietyiltä osin ovat kovin yleisluontoisia: *Kun rakennuksen korkeus ja onnettomuuden sijainti tekevät palomieshissien käytöstä hyödyllisen, palomieshissi tulisi tunnistaa ja miehittää se yhdellä palomiehellä, joka pysyy hississä* (High Rise Firefighting, 9) [kirjoittajan kääntämä]. Ohjeissa toistuu sama kieliopillinen tapa käyttää konditionaalia, ehtomuotoa. Tulisi ottaa huomioon, pitäisi pystyä luomaan ja niin edelleen. Käytännön onnettomuustilanteessa ”pitäisi tehdä” –ohjeet unohtuvat helposti. Kun vielä ottaa huomioon LFB:n suuren lukumäärän näitä ohjeita, 557 kappaletta, pelastustoiminnan johtajalla on mielestäni liian iso vastuu huolehtia, että kaikkia ohjeita noudatetaan (LFB policy list). Käytännön sammutustyössä ratkaisee ensimmäisenä valittu sammutus- ja pelastustyön painopistealue sekä siihen liittyvä työnjako.

Lontoossa lukuisten korkeiden rakennusten olemassaolo aiheuttaa sen, että niiden sijaitessa samalla alueella tai kaupunginosassa on mahdotonta olettaa, että sen alueen palomiehet osaisivat rakennukset sekä niiden palotekniset ratkaisut ja poikkeukset ulko-muistista. Lähes kaikissa korkeissa rakennuksissa on oma turvallisuusorganisaatio, jois-sain jopa oma Fire Control Room [paloteknisten laitteiden valvomo], joilla tietenkin on paras tietämys juuri kyseisen rakennuksen turvallisuusjärjestelyistä. Tämän takia on aivan luonnollista, että LFB tukeutuu rakennuksen omaan turvaorganisaatioon. Jos on-nettomuustilanne on kuvatonlaisessa rakennuksessa, ratkeaa pelastustoiminnan johta-

mispaikka itsestään. Se on joko rakennuksen Fire Control Roomissa tai rakennuksen aulassa, jossa kommunikointi rakennuksen henkilökunnan kanssa on helpointa. Ottaen huomioon Lontoossa sijaitsevien korkeiden rakennusten suuren lukumäärän olisi ihme, jos siellä ei olisi käytännön kokemuksia korkeiden rakennusten tulipaloista. Lontoon toimintaohje korkeiden rakennuksien rakennuspaloihin on mielestäni järkevä operatiivinen ohje ja sopisi tietyiltä osin suoraan sovellettavaksi Suomen pelastustoimeen.

Palomieshissin käyttö perustuu Lontoossa siihen, että käytetään ainoastaan palomieshissä, ei yleistä hissiä, koska yleinen hissi voi palvella vain osaa rakennusta (esimerkiksi kerroksia 1-20, vaikka rakennuksessa olisi 35 kerrosta). Erikseen määritetty palomieshissi pystyy toimimaan koko rakennuksen korkeudella, ja sille määrätään yksittäinen palomies hissioperaattoriksi. Palomieshissin sähköjärjestelmä on erillinen muusta rakennuksen sähköjärjestelmästä. (EN81-72.) Lontoon ohjeet palomieshissin käytöstä eroavat Malmön ohjeista Turning Torso – rakennuksen osalta. Lontoossa sammutustyön ollessa käynnissä palomieshissi ajetaan bridgehead-kerrokseen, kokoontumiskerrokseen, kun taas Malmön ohjeistuksessa palomieshissi ajetaan aulakerrokseen. Lontoon ajatus palomieshissin hyödyllisyydestä kokoontumiskerroksessa perustuu siihen, että hissi on valmiina kuljettamaan pikaisesti loukkaantuneita ihmisiä alas aulakerrokseen. Malmön ajatuksena hissin sijainnista perustuu siihen, että hissi on valmiina aulassa viemään miehistöä ja kalustoa ylös kerrokseen. Kumpikin näkökanta on mielestäni hyvin perusteltu.

Kokoontumiskerros – bridgehead – sillanpääasema, kaikki tarkoittavat samaa asiaa. Lontoossa kokoontumiskerros on kaksi kerrosta palokerroksen alapuolella. Tämä voi osin johtua myös siitä faktasta, että Lontoossa rakennuksen kuiva- tai märkänousujen ulosotot saattavat olla vain joka toisessa kerroksessa (kuten kuvassa 1, kuivanousu jonka ulosotot ovat parillisissa kerroksissa). Palon sammuttamiseen käytetyn ajan suhteen mielestäni ei ole merkittävää eroa, alkaako sammutushyökkäys yhtä vai kahta kerrosta palokerroksen alapuolelta.

Lontoon ohje korkeiden rakennusten sammutustyöhön mainitsee, että jos rakennuksessa on kaksi erillistä portaikkoa, toista käytettäisiin evakuointiin ja toista sammutushyökkäykseen. Tämä on mielestäni ajatuksena hyvä, mutta käytännössä lienee mahdotonta toteuttaa. Sijaitsevatko kuiva- tai märkänousut juuri siinä portaikossa, joka on valittu

sammutushyökkäysportaikoksi? Olisi huonoa operatiivista tilannetajua, jos sammutushyökkäys tehdään A-portaikkoon käyttäen, jos kuiva- tai märkänousut olisivat B-portaikossa. Toinen huomioitava seikka on evakuointi. Jos ihmiset ovat aloittaneet jo poistumisen ohjatusti tai omatoimisesti sitä portaikkoon pitkin, jossa kuiva- tai märkänousut sijaitsevat, on pelastuslaitoksen mahdotonta enää valita, kumpaa portaikkoon käytetään sammutushyökkäykseen. Kolmas huomioitava seikka on tulipalon syttymiskohta rakennuksessa. Lämmön- ja savuntuotto on voimakkainta juuri syttymiskohdan läheisyydessä, jolloin ihmisten poistuminen palokerroksessa suuntautuu siihen portaikkoon, joka on lähinnä sekä pois päin tulipalosta että savusta. Tulipalon syttyessä keskellä rakennusta ihmiset suuntaavat kahteen eri suuntaan rakennuksen päätyihin, jolloin he poistuessaan käyttävät molempia portaikkoja.

Kaikissa korkeissa rakennuksissa, joihin tutustuimme opintokäyntimme aikana, oli perusajatuksena evakuoinnista osittainen evakuointi. Se on järkevää ja turvallisempaa evakuoitaville kuin koko rakennuksen tyhjentäminen. Joissain rakennuksissa on mahdollisesti tuhansia ihmisiä yhtä aikaa, jolloin portaikossa syntyvä paniikki saattaisi olla vaarallista, jopa tappavaa. Osittainen evakuointi suoritetaan vain niille kerroksille, jotka ovat rakennuspalon läheisyydessä. Esimerkiksi Lontoon nykyisin korkein rakennus, The Shard, evakuoidaan neljän kerroksen palasina: palokerros, kaksi yläpuolista kerrosta sekä palon alapuolinen kerros. On huomattavasti nopeampaa ja käytännöllisempää evakuoida muutama sata ihmistä kuin muutama tuhat ihmistä.

Premises Information Plate (kuva 1) –informaatiotaulu on mielestäni äärimmäisen yksinkertainen ja taloudellisesti ajateltuna edullinen tapa parantaa rakennuksen paloturvallisuutta. Se antaa yhdellä silmäyksellä perustiedot rakennuksen paloteknisistä ominaisuuksista operatiiviselle henkilöstölle. En keksi yhtään syytä sille, miksei tällaista käytäntöä voisi ottaa käyttöön Suomen korkeissa rakennuksissa.

3.2 Malmö ja Göteborg

Malmön kaupungin pelastuslaitoksella on hyvä tilanne siinä mielessä, että siellä oleva Turning Torso –rakennus on selkeä erityiskohde ja yksittäinen sellainen. Sen takia

Malmön pelastuslaitos on voinut tehdä erittäin yksityiskohtaiset toimintaohjeet rakennuspalon varalle kyseiseen kohteeseen. Tämän takia rakennuspalon Turning Torso -rakennuksessa noudattaisi erittäin tarkasti siitä tehtyä operatiivista suunnitelmaa, sillä yksittäisen palomiehen on helppo omaksua oma roolinsa ja tehtävänsä, kun kysymyksessä on niin selkeä erityiskohde. Positiivista oli, että rakennukseen on rakennettu palokunnan radiokalustolle toistin, jotta viestiyhteydet toimisivat.

Suomalaisesta pelastusalan ammattilaisen näkökulmasta minua kuitenkin ihmetyttää rakennuksen yksi ja ainoa portaikko. Ruotsin nykyinen rakennuslainsäädäntö määrää yli 16-kerroksisten rakennusten paloturvallisuuden määrittämisen vain ja ainoastaan laskennallisesti simulaatio-ohjelmalla. Turning Torso on kuitenkin rakennettu vuonna 2005, jolloin käytössä on ollut senaikainen rakennuslainsäädäntö. En tiedä, onko silloin käytetty taulukko- vai laskennallista mitoitusta. Kyseisessä rakennuksessa portaikko ylipaineistuu koneellisesti automaattisen paloilmoittimen hälyttäessä (Turning Torso HMN 2015). Rakennukseen on myös tehty osittaisia evakuoitinta noudattava poistumissuunnitelma, jota harjoitellaan säännöllisesti.

Ruotsin paloturvallisuus on kuitenkin rakenteellisella säädöspuolella Suomea edellä. Ruotsin rakennusmääräyskokoelmassa (Boverkets byggregler 2011) oli aiemmin kolme paloluokkaa: Br1, Br2 ja Br3, mutta tammikuussa 2013 uusiin rakennuksiin tuli pakolliseksi paloluokka Br0, joka on kohdistettu esimerkiksi yli 16-kerroksisiin rakennuksiin. Mielestäni Suomen RakMK E1-säädöskokoelmaan tulisi saada lisättyä rakennukselle paloluokka P0, jolle annettaisiin tiukemmat paloturvallisuusmääräykset. Ajankohta sille olisi otollinen juuri nyt, kun RakMK E1:tä ollaan päivittämässä. Toistaiseksi tällaista muutosta ei ole nähtävissä. Tämä kävi ilmi keskusteltuani puhelimitse aiheesta ympäristöministeriön yli-insinööri Jorma Jantusen kanssa maaliskuussa 2015.

Göteborg ei ole mielestäni operatiivisessa mielessä valmistautunut korkeiden rakennusten tuomiin ongelmiin tulipalotilanteessa. Siellä ei olla suunnittelemassa muutosta sammutustaktiikkaansa korkeisiin rakennuksiin, sillä Göteborgin pelastuslaitoksen mielestä automaattinen paloilmoitin ja sprinklerijärjestelmä ovat riittävät.

3.3 Yhdysvallat

Tutkiessani amerikkalaisten palolaitosten kirjallisuuslähteitä ja ohjeita sekä SOP-määräyksiä (Standard Operating Procedure) olen löytänyt yhtäläisyyksiä eurooppalaiseen taktiseen ajatteluun koskien korkeiden rakennusten sammutustaktiikkaa. Onko eurooppalainen taktiikka muodostettu amerikkalaisten taktisten ohjeiden pohjalta?

Korkean rakennuksen määritelmä Yhdysvalloissa vaihtelee, joissain ohjeissa kyseessä on korkea rakennus, kun joudutaan hyökkäämään sisäkautta, joissain korkean rakennuksen raja on yli 75 jalkaa [noin 23 m] korkea rakennus (Boston Fire Department, 1; Guidelines to Developing Emergency Action Plans for All-Hazard Emergencies in High-Rise Office Buildings. 2013, 10). Ilmeisesti Yhdysvalloissa rakennuspallo maantason yläpuolella sammutetaan aina tikasyksikön avustuksella. *”Kun palomiehet työskentelevät tikasyksiköiden ulottuman yläpuolella, ainoa mahdollinen hyökkäysreitti on rakennuksen sisäpuolinen portaikko”* (Averill et al 2013, 20) [kirjoittajan kääntämä]. Ilmaisutavasta minulle jäi päällimmäiseksi mieleen, että kyseinen tapa on amerikkalaiselle palomiehelle se epämiellyttävin ja vasta viimeisin tapa sammuttaa rakennuspallo.

Siirryttäessä hissillä kerrokseen poistutaan hissistä viimeistään kaksi kerrosta palokerroksen alapuolella. Yksi kerros palokerroksen alapuolella valmistellaan letkut selvitystä varten ja otetaan vesi letkuihin kuiva- tai märkänousuista. Samalla voi hahmottaa kerroksen pohjapiirustusta, koska yläpuolinen kerros on mahdollisesti samanlainen (Corpus Christi Fire Department, 2012, 2). Yhdysvalloissa korkeat rakennukset ovat hyvin vaihtelevasti sprinklerisuojusta. NIST:n raportti (Averill et al 2013, 7) kertoo NFPA:n arvioivan että 41 % korkeista toimistorakennuksista, 45 % korkeista hotelleista sekä 54 % korkeista asuinrakennuksista ei ole sprinklerisuojusta. Tästä johtuneeksi, että Corpus Christi:n SOP (2012, 1) mainitsee *”parhaaksi tavaksi puolustautua tulta vastaan korkeassa rakennuksessa on automaattinen sprinklerijärjestelmä.”* [kirjoittajan kääntämä]

Palomieshissejä ei ainakaan ole mainittu lukemissani toimintaohjeissa, tarkoitan tässä yhteydessä siis ylipaineistettua, suojatilalla olevaa palomieshissiä (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa E1, 34). Hissit oli kyllä mainittu kaikissa, mutta maininta

viittasi tavallisen hissin käyttämistä palomies-ajostasennossa palolaitoksen avaimella. En nähnyt yhtään mainintaa erillisestä sammutushyökkäystä varten rakennetusta palomies-hissistä. Hissin käyttämisestä rakennuspalon aikana mainittiin, että *”hissit toimivat epänormaalisti 33 % korkeiden rakennusten tulipaloissa, jonka seurauksena palomiehet jäävät hissin sisälle, hissikori ei suostu liikkumaan tai hissi nousee suoraan palokerrokseen.”* Sama toimintaohje jatkaa: *”Hissioperaattori tutkii hissin ja hissikuilun ennen sen käyttöönottoa. Tämä tapahtuu käsivalaisimella valaistessa hissikuilua ylöspäin, etsien savua, tulta, lämpöä tai muuta näkyvää vauriota hissikuilussa.”* (Corpus Christi Fire Department 2012, 4.) Mielestäni siis amerikkalainen termi ”Firefighter elevator” tarkoittaa mahdollisuutta operoida hissillä palomiesavaimella, jolloin hissi ei ota vastaan ulkopuolisia kerroskutsuja. Hissikuilu ei ole välttämättä ylipaineistettu. Voidaan siis todeta, että Suomen ja Yhdysvaltojen käsitteet palomieshissistä ovat kovin erilaiset.

Mielenkiintoinen yksityiskohta oli Corpu Christi:n (2012, 6) toimintaohjeessa kun au-
lasta vastuussa olevan palomiehen pitää selvittää, onko rakennuksessa 13. kerros. Länsimaissa ja erityisesti USA:ssa monista hotelleista puuttuu 13. kerros. Yleensä epäonnen kerros on merkattu numerolla 12B tai 14. Suomessa taikausko ei ole, ainakaan virallisissa yhteyksissä, kovinkaan näkyvässä asemassa, siksi itselleni oli yllätys, että Tampereen Ilves-hotellissa ei ole 13. kerrosta. (Tampereen uuteen Tornihotelliin tulee 13. kerros)

Averill et al (2013) -tutkimus eri miehistövahvuuksien vaikutuksesta sammutus- ja pelastustyöhön kuluvaan aikaan on erittäin mielenkiintoinen. Tutkimuksessa todetaan, että *”miehistön lukumäärällä oli dramaattinen merkitys heidän kykynsä suojella elämää ja omaisuutta.”* Suomen pelastustoimessa pelastusyksiköt ovat minimissään 1+3 vahvuudella kohteessa. Tutkimuksessa palokohde oli 10. kerroksessa, siis usean suomalaisen kaupungin keskustassa olevan liike-, toimisto- tai hotellirakennuksen korkuinen rakennus. Tutkimuksen mukaan kolmihenkisellä sammutusryhmällä sammutustoiminta alkaa 3 min 3 s nopeammin, jos siirtymiseen on käytetty hissiä portaiden sijaan (taulukko 1). Hissiiä käytettiin tutkimuksessa amerikkalaisen protokollan mukaan, eli kaksi kerrosta ennen palokerrosta poistutaan hissistä ja loput kaksi kerrosta noustaan portaikkoa pitkin.

Samoin raportissa havaittiin, että kolmihenkisen sammutusryhmän saapuessa palokerrokseen, palo oli luovuttanut 60 % enemmän lämpöenergiaa, kuin kuusihenkisen sam-

mutusryhmän saapuessa palokerrokseen. (Averill et al 2013, 7.) Tällöin työskentelyolosuhteet ovat vaikeammat ja työturvallisuusriskit huomattavasti korkeampia. Tämä on aivan loogista, sillä kolmihenkisellä sammutusryhmällä jokainen työvaihe kestää kauemmin kuin kuusihenkisellä sammutusryhmällä. Mitä kauemmin tulipalo saa rauhassa kehittyä, sitä enemmän se luovuttaa lämpöenergiaa laajentuessaan vapaasti.

Kun mietitään rakennuspaloa 10. kerroksessa ja kysymystä siirtymistavasta palokerrokseen, ei Avirillin (2013) tutkimus jätä mitään epäselväksi. Kolmihenkisellä miehistöllä kokonaissuorituksen ero on hissiä käyttäneen ryhmän eduksi kuusi minuuttia. Itse asiassa ryhmän koolla ei ollut väliä, sillä aina hissiä käyttänyt sammutusryhmä suoriutui kokonaistehtävästä noin kuusi minuuttia nopeammin kuin portaita käyttäneet kollegansa. (Taulukko 3.) Jos siirtyminen hissillä kahdeksan ensimmäistä kerrosta säästää aikaa kuusi minuuttia, paljonko ero mahtaisi olla, jos palokohde olisi 20. kerroksessa? Todennäköisesti säästetyn ajan määrä kasvaa, kun rakennuksen kerrosluku kasvaa. Säästäisikö hissi aikaa 12 minuuttia, jos palo olisi 20. kerroksessa? Tai 18 minuuttia, jos tulipalo olisi 30. kerroksessa? En tiedä. Selkeä logiikka asiassa mielestäni kuitenkin on: mitä korkeammalla rakennuspalo on, sitä enemmän hissin käyttäminen säästää aikaa.

Palomieshissin käyttöä tukee myös se tosiasia, että kun sammutusryhmä nousee palomieshissillä kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle, poistuvat ihmiset portaikossa tai normaaleissa hisseissä eivät ole hidastamassa palomiesten sammutushyökkäystä. Vasta kaksi kerrosta palokerroksen alapuolella noustessaan portaikkoa pitkin palokerrokseen palomiehet käyttävät samaa portaikkoa poistuvien ihmisten kanssa.

Samasta taulukosta näkyy myös selkeästi sammutusyksikön miehityksen lukumäärän merkitys rakennuspalon kokonaissuoritusaikaan. Verrataan kolmi- ja viisihenkisen sammutusryhmän kokonaissuoritusaikaa toisiinsa. Riippumatta käyttivätkö he hissiä vai portaikkoa, viisihenkinen sammutusryhmä teki työnsä noin 20–22 minuuttia nopeammin kuin kolmihenkinen ryhmä. (Taulukko 3.)

Avirillin (2013) tutkimus voidaan kiteyttää mielestäni seuraavasti: Maksimoimalla sammutusryhmän koko ja käyttämällä hissiä saadaan sammutus- ja pelastustyö suoritettua nopeammin ja turvallisemmin. Näin potilaiden selviytymismahdollisuudet kasvavat, rakennuksen aineelliset tuhot pienenevät sekä palomiesten työturvallisuus paranee.

4 POHDINTA

Olettamukseni tälle opinnäytetyölle oli, että teen sen puhtaasti operatiivisesta näkökulmasta, mutta tutkiessani aihetta olen joutunut toteamaan olettamukseni vääräksi. Ei ole järkevää operatiivista toimintaa ilman järkevää paloteknistä suunnittelua. Kuten Niko Kauranen (2013, 73) toteaa omassa opinnäytetyössään: *Pelastusviranomaisen tulisikin olla aktiivinen ja ohjata suunnittelua siten, että se tehtävä ratkaisu tukee hyvin heidän sammutustaktiikkaansa ja saavutetaan edellytykset tulokselliselle sammutus- ja pelastustoiminnalle.*

Suomen Rakennusmääräyskokoelma E1 päivitystyöryhmän tulisi huomioida korkean rakentamisen aiheuttamat ongelmat sammutus- ja pelastustehtävien näkökulmasta. Uudistetun version tulisi ottaa kantaa korkean rakennuksen määritelmään: onko rakennus korkea kun siinä on tietty määrä kerroksia, vai onko rakennus korkea kun se ylittää tietyn metrimäärän maantasosta. Rakennuksen kerroslukujen merkitsemistapa tulisi mielestäni huomioida (onko rakennuksessa 13. kerros). Mielestäni nämä asiat hoituisivat helpoiten määrittelemällä uusi paloluokka P0, jonka määritelmiin olisi kirjattu kaikki korkeiden rakennusten erityisvaatimukset.

Hissin käyttö sammutustoiminnan yhteydessä on pelastusalalla ollut aina kiellettyä. Tähän lienee syynä perusteltu riski saapua hissillä suoraan palokerrokseen ja näin vaarantaa oma työturvallisuus. Tero Kähkönen on opinnäytetyössään (2010, 20) tehnyt kokeita, joissa eri selvityksiin kuluneita aikoja vertaillaan keskenään. Hän toteaa, että: *"Nousu suoraan kohdekerrokseen voi aiheuttaa ainakin jonkinasteisen riskin, jos hissien ovelta on suora yhteys palavaan tilaan. Siten järkevämpi vertailukohde on nousu hissillä edelliseen kerrokseen, josta nousee portaita pitkin kohdekerrokseen ja tehdään selvitys kohdekerroksen ulosotosta. Tapa on tavallista perusselvitystä nopeampi kuudennesta kerroksesta alkaen. Seitsemännestä kerroksesta alkaen selvitys nousujohtoa käyttäen on kaikilla kokeilla tavoilla nopeampi kuin normaali perusselvitys."*

Jotta operatiivisella toiminnalla olisi toimintaedellytyksiä korkeassa rakennuksessa, tulisi rakennuksessa olla seuraavat rakenteelliset ratkaisut:

1. Ulkoseinässä on rakennuksen informaatiotaulu pelastuslaitokselle (kts. kuva 1).
2. Korkeiden rakennusten kerrosnumerointi on identtinen. Sisääntulokerros voi olla merkattu kirjaimella P tai numerolla 1, mutta seuraava kerros ylöspäin on aina kerros numero 2. Rakennuksessa tulee olla myös kerros 13.
3. Rakennuksen kiinteistötekniikan ohjauspaneelit asennetaan samaan tilaan paloilmoitinjärjestelmän näyttötaulun kanssa sisääntulokerrokseen tai erilliseen valvomo / johtokeskustilaan, jos rakennuksessa sellainen on.
4. Rakennuksen osittainen evakuointi käynnistyy paloilmoitinlaitteen yhteyteen liitetyn automaattisen kuulutusjärjestelmän nauhalla.
5. Rakennuksessa on pelastuslaitoksen Virve-järjestelmää varten vuotava kaapeli tai toistin.
6. Rakennuksessa on kuiva- tai märkänousut rakennuskorkeuden mukaan.
7. Rakennuksessa on kaksi erillistä portaikkoa.
8. Rakennuksessa on palomieshissi, jonka käyttöavain on hissivalmistajasta riippumatta identtinen.

Jos näissä rakenteellisissa ratkaisuissa on puutteita tai ongelmia esimerkiksi määräaikaishuoltojen ja –testien laiminlyöntien takia, pelastuslaitoksen sammutus- ja pelastustyö vaikeutuu ja hidastuu. Tämä tarkoittaa ihmisten avunsaannin viivästymistä, mikä taas voi johtaa ihmisen/ihmisten loukkaantumiseen tai jopa kuolemaan. Samalla se tarkoittaa myös rakennuksen ja irtaimiston tuhojen laajenemista, mikä aiheuttaa korjauskulujen nousua.

Jos nämä edellä mainitut rakenteelliset ratkaisut ovat olemassa, on ehdotukseni korkeiden rakennusten sammutustaktiikaksi seuraavanlainen:

Lähdönesitys: P-1-1-1-1-3-3-5-6-EHE 13X1

1. Päivystävä palomestari johtaa ja vastaa tilanteesta.
2. Ensimmäisenä saapuvan pelastusryhmä ottaa hallintaansa aulan ja selvittää palokerroksen (esimerkiksi paloilmoittimen keskuslaitteelta) sekä yleistiedustelun henkilökunnalta/asukkailta. Onko evakuointi käynnissä, ja jos on, mitkä kerrokset evakuoidaan? Nämä tiedot informoidaan radioitse muille kohteeseen saapu-

ville yksiköille. Pelastusryhmän esimies toimii tilannepaikan johtajana, kunnes päivystävä palomestari saapuu kohteeseen.

3. Ensimmäinen pelastusryhmä ottaa palomieshissin käyttöönsä ja yhdestä miehistön jäsenestä tulee hissioperaattori, jonka tehtävänä on vain hallita palomieshissiä. Pelastusyksikön kuljettaja selvittää syötön kiinteistön kuiva- tai märkävesilinjaan tarvittaessa miehistön avustuksella.
4. Toinen pelastusryhmä nousee palomieshissillä kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle. Jatkavat kävellen yhden kerroksen ylöspäin ollen nyt palokerroksen alapuolella. Tekevät selvityksen kuiva- tai märkänousulinjasta (palokerros -1). Hahmottavat kyseisen kerroksen pohjapiirroksen, sillä palokerroksen pohjapiirros saattaa olla identtinen. Valmistautuvat savusukellukseen tuplapulloilla.
5. Kolmas pelastusryhmä nousee palomieshissillä kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle. Selvittävät oman työjohdon kuiva- tai märkänousulinjasta tästä kerroksesta (palokerros -2). Tiedustelevat tilat savutuulesta ajatellen. Selvittävät kerrososastoinnin pitävyyttä ja savun leviämistä (suunta ja määrä). Toimivat savusukeltavan miehistön suojarina varustuksenaan paineilmalaitteet tuplapulloilla.
6. Neljäs pelastusryhmä nousee palomieshissillä kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle. Jatkavat kävellen palokerroksen yläpuoliseen tilaan tehtävänänsä tiedustella palokerroksen yläpuoliset tilat. Tarvittaessa tekevät työjohtoselvityksen kuiva- tai märkänousulinjasta.
7. Ensimmäisen säiliöyksikön kuljettaja selvittää syötön kiinteistön kuiva- tai märkävesilinjaan.

Tässä ohjeessa pelastusryhmän ajoneuvona on joko sammutusyksikkö (tunnus 1) tai raivausyksikkö (tunnus 5). Raivausyksikössä tulisi tällöin olla miehistö, yksikön minimivahvuuden ollessa 1+3. (Pelastustoiminnan käsitteitä, 3.)

Korkeassa rakennuksessa ei ole mielekästä lähteä evakuoimaan koko rakennusta, vaan rakennus evakuoidaan osissa. Palomestari Ian Thompsonin mukaan Lontoon

The Shard –rakennus evakuoidaan neljän kerroksen paloina. Solo Sokos Hotelli Tampereen Torni evakuoidaan niin ikään neljän kerroksen osissa, kertoi palotarkastusinsinööri Tomi-Pekka Olkkonen Pirkanmaan pelastuslaitokselta.

Oma mielipiteeni on, että rakennuksen osittainen evakuointi tulisi suorittaa viiden kerroksen osissa. Sammutus- ja pelastustaktiikka perustuu rakennuksen paloteknisten ratkaisujen ja operatiivisen toiminnan yhteistyöhön. Paloteknisten laitteiden ansioista rakennukseen voidaan ohjata automaattisia kuulutuksia paloilmoittimen hälyttäessä. Näiden kuulutusten pitäisi tukea pelastuslaitoksen sammutus- ja pelastustaktiikkaa. Mielestäni on järkevää ohjata kuulutuslaitteisto siten, että se antaa poistumiskäsky-nauhoitteen viiteen kerrokseen: palokerrokseen, kaksi kerrosta palokerroksen yläpuolelle sekä kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelle. Tällöin koko pelastuslaitoksen toiminta-alue, kaksi kerrosta palokerroksen alapuolelta kaksi kerrosta palokerroksen yläpuolisiin kerroksiin, on tyhjä rakennuksen asukkaista tai työntekijöistä. Muuhun rakennukseen annetaan tiedote, jossa kerrotaan rakennuksesta olevasta palohälytyksestä, mutta kehoitetaan ihmisiä pysymään rauhallisina paikoillaan, sillä tilannetta tutkitaan.

Tämän opinnäytetyön tekeminen on ollut mielenkiintoista ja haastavaa. Olen päässyt tutustumaan eri maiden pelastuslaitosten näkemyksiin tällaisen kapean taktisen osa-alueen näkökulmasta. Vaikkakin korkean rakennuksen sammutustaktiikka on kapea osa-alue pelastustoimen koko laajuudesta, epäonnistuessaan se täyttäisi varmasti lehtien etusivut sekä sosiaalisen median kautta leviäisi nopeasti maailmalle, ja tätä tuskin kukaan päivystävä palomestari haluaisi.

Päällimmäiseksi mieleeni on jäänyt ymmärrys siitä, että kaikki muutkin pelastuslaitokset miettivät näitä samoja ongelmia, niin pienemmät kuin isommat, kukin omasta näkökulmastaan. Tärkeää olisi, että asian pohtiminen ja kehittäminen jatkuisi riippumatta pelastuslaitoksen koosta. Ensimmäinen askel on, että pelastuslaitoksen riskienhallinnan sekä operatiivisen osaston välillä vallitsee yhteisymmärrys korkeiden rakennusten aiheuttamista vaatimuksista sammutus- ja pelastustaktiikan suhteen. Tämä yhteistyö mielestäni kiteytyy lauseeseen: ”Palomiesten onnistuminen taistelussa liekkejä vastaan korkeassa rakennuksessa riippuu rakennuksen paloteknisistä

laitteistoista, joita apuna käyttäen päästään onnistuneeseen lopputulokseen”.(Edwards 2003, 28.)

LÄHTEET

100 Tallest Completed Buildings in the World. The Skyscrapercenter. [www-dokumentti. http://skyscrapercenter.com/buildings](http://www.skyscrapercenter.com/buildings). 23.3.2015

Averill, J., Moore-Merrel, L., Ranellone Jr, R., Weinschenk, C., Taylor, N., Goldstein, N., Santos, R., Wissoker, D. and Notarianni, K. 2013. *Report on High-Rise Fireground Field Experiments*. U.S. Department of Commerce. USA.

Boverkets byggregler 2011. Föreskrift och allmänna råd, BBR. [www-dokumentti. http://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/bbr-bfs-2011-6-tom-bfs-2015-3-konsoliderad.pdf](http://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/bbr-bfs-2011-6-tom-bfs-2015-3-konsoliderad.pdf). 26.3.2015.

Boston Fire Department. Standard Operating Procedure no. 1, High-rise buildings. [www-dokumentti. http://www.firesops.com/wp-content/uploads/2012/02/BFD_SOP_1_High_Rise_Buildings.pdf](http://www.firesops.com/wp-content/uploads/2012/02/BFD_SOP_1_High_Rise_Buildings.pdf). 4.4.2015.

Brandman RiB. Räddningstjänsten Storgöteborg. [www-dokumentti. http://www.rsgbg.se/Om-oss/Jobba-hos-oss/Deltidsbrandman/](http://www.rsgbg.se/Om-oss/Jobba-hos-oss/Deltidsbrandman/). 26.3.2015.

Brandskydd i höga byggnader. Råd och anvisning nr: 120. Räddningstjänsten Storgöteborg. 2015. [www-dokumentti. http://www.rsgbg.se/Documents/R%c3%a5d%20och%20anvisningar/R%c3%a5d%20och%20anvisning%20nr%20120%20-%20Brandskydd%20i%20h%c3%b6ga%20byggnader.pdf](http://www.rsgbg.se/Documents/R%c3%a5d%20och%20anvisningar/R%c3%a5d%20och%20anvisning%20nr%20120%20-%20Brandskydd%20i%20h%c3%b6ga%20byggnader.pdf). 4.4.2015.

Cambridge Dictionaries Online. [www-dokumentti. http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/maisonette](http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/maisonette). 25.3.2015.

Corpus Christi Fire Department. High Rise Firefighting. 2012. [www-dokumentti. http://www.cctexas.com/Assets/CityNET/Fire/files/SOPs/200.04%20High%20Rise%20Policy.pdf](http://www.cctexas.com/Assets/CityNET/Fire/files/SOPs/200.04%20High%20Rise%20Policy.pdf). 4.4.2015.

Distans Köpenhamn – Malmö. [www-dokumentti](http://se.avstand.org/K%C3%B6penhamn/malm%C3%B6).

<http://se.avstand.org/K%C3%B6penhamn/malm%C3%B6>. 23.3.2015.

Edwards, J. 2003. *High-rise firefighting, an analysis of procedures for operational effectiveness*. National Fire Academy. USA.

Emergency response. London Fire Brigade. [www-dokumentti](http://www.london-fire.gov.uk/FireAndEmergencyRescueResponse.asp).

<http://www.london-fire.gov.uk/FireAndEmergencyRescueResponse.asp>. 23.3.2015.

EN81-72. 2001. *Safety rules for the construction and installation of lifts – Part 72: Firefighters lift*. [www-dokumentti](http://www.afpelevator.com/Download/EN81/afpelevator-en81-72-europeanstandard.pdf).

<http://www.afpelevator.com/Download/EN81/afpelevator-en81-72-europeanstandard.pdf>. 4.4.2015.

FEMA Policies. [fema.gov](https://www.fema.gov/policies). [www-dokumentti](https://www.fema.gov/policies).

<https://www.fema.gov/policies>. 30.3.2015.

Gothia towers bygger tredje tornet! [gothiatowers.com](http://www.gothiatowers.com). [www-dokumentti](http://www.gothiatowers.com).

<http://www.gothiatowers.com/press-media/nyheter-2011/byggnationen/>. 28.3.2015.

Guidelines to Developing Emergency Action Plans for All-Hazard Emergencies in High-Rise Office Buildings. 2013. National Fire Protection Association. [www-dokumentti](http://www.nfpa.org/~media/files/safety-information/for-consumers/occupancies/highrise/emergencyactionplanhighrise.pdf?la=en).

<http://www.nfpa.org/~media/files/safety-information/for-consumers/occupancies/highrise/emergencyactionplanhighrise.pdf?la=en>. 5.4.2015.

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 2011. *Korkea rakentaminen Helsingissä*. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosaston selvityksiä 2011:4. Saatavissa: www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/aos_2011-4.pdf

High rise firefighting. London Fire Brigade. 2011. Policy number 633

Kauranen, N. 2013. *Palon leviämisen estämisen erityispiirteet ylikorkeissa rakennuksissa*. Opinnäytetyö. Kuopio.

Kingdom tower in Jeddah. Kingdom tower skyscraper. www-dokumentti.
<http://www.kingdomtowerskyscraper.com/>. 23.3.2015.

Kähkönen, T. 2010. *Sammutustaktiikka korkeissa rakennuksissa*. Opinnäytetyö. Kuopio.

Lakanal House: The verdict. Inside Housing. www-dokumentti.
<http://www.insidehousing.co.uk/lakanal-house-the-verdict/6526499.article>. 23.3.2015.

LFB policy list. www-dokumentti.
http://www.london-fire.gov.uk/Documents/LFB_policy_list.pdf. 4.4.2015.

List of tallest buildings and structures in London. en.wikipedia.org. www-dokumentti.
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tallest_buildings_and_structures_in_London.
 22.3.2015.

London Facts & Figures. A view on cities. www-dokumentti.
<http://www.aviewoncities.com/london/londonfacts.htm>. 23.3.2015.

Lontoo historia. www-dokumentti.
<http://lontoo.org/historia/>. 23.3.2015.

Malmö stad. Årsavstämning: befolkning 31/12 2014. www-dokumentti.
http://malmo.se/download/18.76b7688614bb5ccea092f8c3/1425313686187/%C3%A5rsavst%C3%A4mning2014_%C3%A4ndrad3.pdf. 23.3.2015.

NIST, National Institute of Standards and Technology. www-dokumentti.
http://www.nist.gov/public_affairs/general_information.cfm. 2.4.2015.

Ny byggnadsklass införd. BrandSäkert.se Tidningen om brandskydd för dig i branschen.
 www-dokumentti. <http://www.brandsakert.se/2013/0412/ny-byggnadsklass-inf%C3%B6rd>. 26.3.2015.

Nytt befolkningsrecord i Göteborg. vartgoteborg.se. www-dokumentti.

http://www.vartgoteborg.se/prod/sk/vargotnu.nsf/1/ovrigt,nytt_befolkningsrekord_i_goteborg. 26.3.2015.

Paloturvallisuusseminaari 5.2.2015. Julin, M. www-dokumentti.

http://www.sppl.fi/files/2662/Julin_-_Korkearakentamisen_paloturvallisuus_urakoitsijan_nakokulmasta.pdf. 28.3.2015.

Pelastustoiminnan käsitteitä. 2013. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 1/2013.

Phased evacuation of office buildings. London Fire Brigade. 2014. Policy number 120

Policies available to the public. London Fire Brigade. www-dokumentti.

<http://www.london-fire.gov.uk/our-policies.asp>. 23.3.2015.

Radiotie Suomi. Radiotie. www-dokumentti.

<http://radiotie.fi/yritys/>. 23.3.2015.

Räddningstjänsten Syd a. www-dokumentti.

<http://www.rsyd.se/Om-oss/Kommuner/Malmo/>. 23.3.2015.

Räddningstjänsten Syd b. www-dokumentti.

<http://www.rsyd.se/Om-oss/Personal/>. 23.3.2015.

Rämö M. 2013. Tampereen uuteen Tornihotelliin tulee 13. kerros. www-dokumentti.

<http://www.tamperelainen.fi/artikkeli/232865-tampereen-uuteen-tornihotelliin-tulee-13-kerros>. 6.4.2015.

Suomen korkein hotelli on Tampereen maamerkki. hs.fi. www-dokumentti.

<http://www.hs.fi/kotimaa/a1413261204037>. 28.3.2015.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa E1, määräykset ja ohjeet 2011.

Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto. Helsinki.

Suomen Standardoimisliitto. Standardi 4317. Palokalusto. Kuivanousujohto palonsammutusta varten. Julkaistu 6.4.1981

The Shard. 2014. LBQ Ltd. www-dokumentti.

<http://www.the-shard.com/shard/the-vision/>. 6.4.2015.

Turning Torso generella insatsrutiner. 2005. pdf-dokumentti.

Saatu Räddningstjänsten Syd, Malmö. 20.1.2015.

Turning Torso HMN 2015. 2015. PowerPoint-tiedosto.

Saatu Räddningstjänsten Syd, Malmö. 20.1.2015.

Turning Torso : Malmö Skyscraper. e-architect. www-dokumentti.

<http://www.e-architect.co.uk/sweden/turning-torso-malmo>. 23.3.2015.

Vinnaren presenterad – det blir Nordens högsta hus. gp.se. www-dokumentti.

<http://www.gp.se/nyheter/goteborg/1.2404845-vinnaren-presenterad-det-blir-nordens-hogsta-hus>. 26.3.2015.

Yhdysvallat hallinto. www-dokumentti.

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Yhdysvallat#Liittovaltio>. 3.4.2015.

Årsredovisning 2014. 2015. www-dokumentti.

<http://www.rsgbg.se/Documents/Om%20oss/%C3%85rsredovisning/%C3%85rsredovisning%202014/%C3%85rsredovisning.pdf>. 27.3.2015

KUVALÄHTEET

Kuva 1. London Fire Brigade: Brigade teams up with housing providers to improve high rise safety. 23.3.2015. Saatavissa:

http://www.london-fire.gov.uk/news/C92C30A17C5547278C728EF4B9A8B530_25111330.asp#.VQqjpuFvdKo

Kuva 2. Malmö Stad: Turning Torso. 23.3.2015. Saatavissa:

<http://malmo.se/Stadsplanering--trafik/Stadsplanering--visioner/Malmos-stadsmiljo/Arkitektur-i-Malmo/Alla-byggnader/Turning-Torso.html>

Kuva 3. Turning_Torso_HMN 2015. 2015. Powerpoint-diat. Saatu Räddningstjänsten Syd, Malmö. 20.1.2015.

Kuva 4. Strandberg, P. 2015. Turning Torso-rakennuksen paloilmaintaulu.

Kuva 5. Polstjärnan. 28.3.2015. Saatavissa:

<https://www.arkitekt.se/tavling/karlavagnsplatsen-goteborg-lindholmen-far-nordens-hogsta-byggnad/>

TAULUKKOLÄHTEET

Taulukko 1. Averill, J., Moore-Merrel, L., Ranellone Jr, R., Weinschenk, C., Taylor, N., Goldstein, N., Santos, R., Wissoker, D., Notarianni, K. 2013. *Report on High-Rise Fireground Field Experiments*. 86.

Taulukko 2. Averill, J., Moore-Merrel, L., Ranellone Jr, R., Weinschenk, C., Taylor, N., Goldstein, N., Santos, R., Wissoker, D., Notarianni, K. 2013. *Report on High-Rise Fireground Field Experiments*. 95.

Taulukko 3. Averill, J., Moore-Merrel, L., Ranellone Jr, R., Weinschenk, C., Taylor, N., Goldstein, N., Santos, R., Wissoker, D., Notarianni, K. 2013. *Report on High-Rise Fireground Field Experiments*. 80.